I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCBG und Abiturerlass BG in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzbereiche sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzbereiche für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzbereiche in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Bezugs zu den Kompetenzbereichen des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzbereiche				
	K1	K2	K3	K4	K5
1.1.1		X			
1.1.2		X			
1.1.3	X	X			
1.2		X			
1.3.1			X		
1.3.2	X		X		
2		X			
3.1	X				
3.2	X				
3.3.1		X			
3.3.2				X	

Inhaltlicher Bezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Themenfelder sind die wesentliche inhaltliche Grundlage für die vorliegenden Aufgaben. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Themenfelder für die Bearbeitung nachrangig bedeutsam sein.
Q1: Wichtige Kohlenstoffverbindungen in Labor und Technik
Q2: Instrumentelle Analysetechniken
Q3: Redoxreaktionen, Elektrochemie und Energetik
verbindliche Themenfelder: Aliphatische Kohlenstoffverbindungen (Q1.1), Aromatische Kohlenstoffverbindungen (Q1.2), Gaschromatographie (GC) (Q2.2), Infrarot-Spektroskopie (IR) (Q2.3), Energetik bei chemischen Reaktionen (Q3.2)

II Lösungshinweise

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.1.1	berechnen $\Delta_R H_m^0 = 2 \cdot \Delta_f H_m^0(C_6H_5COOH) - \left[2 \cdot \Delta_f H_m^0(C_6H_5CHO) + \Delta_f H_m^0(O_2)\right]$ $\Delta_R H_m^0 = 2 \cdot (-385{,}2)\frac{kJ}{mol} - \left[2 \cdot (-87{,}10) + 0\right]\frac{kJ}{mol} = -596{,}2\frac{kJ}{mol}$ $\Delta_R S_m^0 = 2 \cdot S_m^0(C_6H_5COOH) - \left[2 \cdot S_m^0 C_6H_5CHO) + S_m^0(O_2)\right]$ $\Delta_R S_m^0 = 2 \cdot 167{,}6\frac{J}{mol \cdot K} - \left[2 \cdot 221{,}2 + 205\right]\frac{J}{mol \cdot K} = -312{,}2\frac{J}{mol \cdot K}$ $\Delta_R G_m^0 = \Delta_R H_m^0 - T \cdot \Delta_R S_m^0$ $\Delta_R G_m^0 = -596{,}2\frac{kJ}{mol} - 298{,}15\,K \cdot \left(-0{,}3122\right)\frac{kJ}{mol \cdot K} = -503{,}1\frac{kJ}{mol}$	2	1	
	zeigen Die molare freie Standard-Reaktionsenthalpie hat einen negativen Wert. Somit läuft die Reaktion unter Standardbedingungen freiwillig ab.			1
	angeben exergonische Reaktion	1		
1.1.2	berechnen $\Delta_R G_m^0 = \Delta_R H_m^0 - T \cdot \Delta_R S_m^0 = 0$ $T = \frac{\Delta_R H_m^0}{\Delta_R S_m^0} = \frac{-596{,}2}{-0{,}3122}\frac{kJ \cdot mol \cdot K}{mol \cdot kJ} = 1910\,K$	3		
1.1.3	diskutieren Die molare Standard-Reaktionsentropie ist negativ, da bei der Reaktion aus einer Flüssigkeit und einem Gas ein Feststoff entsteht. Damit nimmt die Anzahl an Realisierungsmöglichkeiten ab und die Entropie sinkt. Insgesamt muss die Entropie aber steigen, damit die Reaktion freiwillig abläuft. Aufgrund der exothermen Reaktion gelangt Wärme in die Umgebung und die Entropie steigt dort. Die Freie Standardreaktionsenthalpie ist ein Indikator für die Freiwilligkeit der Reaktion. Wenn die Reaktion bei Raumtemperatur spontan abläuft, ist hier $\Delta G_m^0 < 0$. Gemäß der GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung $\Delta G_m^0 = \Delta_R H_m^0 - T \cdot \Delta_R S_m^0$ wird bei negativen Werten für Reaktionsenthalpie und Reaktionsentropie die Freie Reaktionsenthalpie bei steigenden Temperaturen wachsen. Bei Temperaturen oberhalb von 1910 K wird die Freie Reaktionsenthalpie größer Null sein, so dass die Reaktion dann nicht mehr freiwillig abläuft.			5

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.2	zuordnen Spektrum 1 Wellenzahl — Schwingung — Bindungen $\approx 3100 - 2500\,cm^{-1}$ — $\nu_{C\text{-}H}$ — O-H-Bindung der Säuregruppe $\approx 1690\,cm^{-1}$ — $\nu_{C=O}$ — C=O-Bindung der Säuregruppe $\approx 1100\,cm^{-1}$ — $\nu_{C\text{-}O}$ — C-O-Bindung der Säuregruppe Spektrum 2 Wellenzahl — Schwingung — Bindungen $\approx 3100 - 3000\,cm^{-1}$ — $\nu_{C\text{-}H}$ — C-H-Bindung des Aromaten $\approx 2800 - 2700\,cm^{-1}$ — $\nu_{C\text{-}H}$ — C-H-Bindung der Alkanale $\approx 1700\,cm^{-1}$ — $\nu_{C=O}$ — C=O-Bindung der Aldehydgruppe Das Spektrum 1 gehört zum Stoff Benzoesäure und Spektrum 2 zum Stoff Benzaldehyd.		5	

Nicht für den Prüfling bestimmt

<table>
<tr><th rowspan="2">Aufg.</th><th rowspan="2">erwartete Leistungen</th><th colspan="3">BE</th></tr>
<tr><th>I</th><th>II</th><th>III</th></tr>
<tr><td>1.3.1</td><td>entwickeln
Startreaktion
$$|\overline{\underline{Cl}}-\overline{\underline{Cl}}| \xrightarrow{h\nu} |\overline{\underline{Cl}}\cdot + \cdot\overline{\underline{Cl}}|$$
Kettenreaktion
$$R-CH_2-H + \cdot\overline{\underline{Cl}}| \longrightarrow H-\overline{\underline{Cl}}| + R-CH_2\cdot$$
$$R-CH_2\cdot + |\overline{\underline{Cl}}-\overline{\underline{Cl}}| \longrightarrow R-CH_2-\overline{\underline{Cl}}| + \cdot\overline{\underline{Cl}}|$$
Abbruchreaktion
$$R-CH_2\cdot + \cdot\overline{\underline{Cl}}| \longrightarrow R-CH_2-\overline{\underline{Cl}}|$$
Es sind noch weitere Abbruchreaktionen möglich.

Anschließend erfolgt die gleiche Reaktion noch einmal vom mono- zum dichlorierten Produkt.</td><td></td><td>3</td><td>1</td></tr>
<tr><td></td><td>begründen
Es handelt sich um eine radikalische Substitution. Um Radikale zu erzeugen, muss die kovalente Bindung im Chlormolekül homolytisch gespalten werden. Hierfür ist eine gewisse Energiemenge notwendig, die durch die Lichtquelle zur Verfügung gestellt wird.</td><td></td><td>2</td><td></td></tr>
</table>

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.3.2	erläutern Bei der nukleophilen Substitution erster Ordnung wird zunächst die Abgangsgruppe abgespalten, woraufhin sich als Zwischenstufe ein Carbeniumion bildet. Dieses wird nukleophil vom Substituenten angegriffen und es entsteht das substituierte Produkt. Bei der S_N2-Reaktion erfolgen der Angriff des Nukleophils und das Abspalten der Abgangsgruppe gleichzeitig, wobei ein Übergangszustand auftritt und dann das Produkt gebildet wird.		2	
	begründen Bei der vorliegenden Reaktion entsteht durch Abspalten des Chloridions ein Carbeniumion mit einem positiv geladenen C-Atom an dem aromatischen Ring. Der –I-Effekt des Cl-Atoms wirkt zwar destabilisierend, allerdings ist dieses Carbeniumion besonders stabil, da sich die positive Ladung mesomer im Ring verteilen kann. Zudem übt das Cl-Atom ebenfalls einen +M-Effekt aus, was zu einer zusätzlichen Stabilisierung führt. Da die positive Ladung stabilisiert wird, läuft die S_N1-Reaktion bevorzugt ab.		3	
	Summe 29	**6**	**16**	**7**

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
2	berechnen $M(\mathrm{HCN}) = 27{,}025\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}} \quad M(\mathrm{AM}) = 457{,}4\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}$ $60{,}0\,\mathrm{kg} \cdot 2{,}00\,\frac{\mathrm{mg}}{\mathrm{kg}} = 120\,\mathrm{mg}$ $n(\mathrm{HCN}) = \frac{m(\mathrm{HCN})}{M(\mathrm{HCN})} = \frac{0{,}120\,\mathrm{g} \cdot \mathrm{mol}}{27{,}025\mathrm{g}} = 0{,}00444\,\mathrm{mol} = n(\mathrm{AM})$ $m(\mathrm{AM}) = n(\mathrm{AM}) \cdot M(\mathrm{AM}) = 0{,}00444\,\mathrm{mol} \cdot 457{,}4\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}} = 2{,}03\,\mathrm{g}$ Masse an Marzipan $m(\mathrm{MZ}) = \frac{m(\mathrm{AM})}{0{,}846\,\mathrm{g}} \cdot 1\mathrm{kg} = \frac{2{,}03\mathrm{g}}{0{,}846\,\mathrm{g}} \cdot 1\mathrm{kg} = 2{,}40\,\mathrm{kg}$	3	2	
	Summe 5	**3**	**2**	

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
3.1	skizzieren Signalstärke δ β+γ α Zeit	3		
	begründen Die drei Moleküle unterscheiden sich lediglich in den Substituenten am aromatischen Ring: zwei Methylgruppen (α), eine Methylgruppe und ein Wasserstoffatom (β,γ) und zwei Wasserstoffatome (δ). Da es sich um eine unpolare Säule handelt, ist die Polarität der Moleküle zweitrangig. Die Substanzen unterscheiden sich aufgrund der verschiedenen molaren Massen bei ähnlicher Struktur hinsichtlich ihres Siedepunktes. δ-Tocopherol hat als leichtestes Molekül den niedrigsten Siedepunkt bzw. höchsten Dampfdruck und eluiert somit zuerst. Da die β- und γ-Verbindungen die gleiche molare Masse aufweisen, überlagern sich deren Peaks. α-Tocopherol eluiert zuletzt, da es den niedrigsten Dampfdruck hat.			3
3.2	angeben Bessere Trennleistung (kein Tailing).	2		
3.3.1	ermitteln $A = 170{,}3\,\text{cts}\,\frac{\text{g}}{\mu\text{g}} \cdot w(\text{X}) + 182\,\text{cts}$ $w(\text{X}) = \frac{A - 182\,\text{cts}}{170{,}3\,\text{cts}}\,\frac{\mu\text{g}}{\text{g}} = \frac{57652\,\text{cts} - 182\,\text{cts}}{170{,}3\,\text{cts}}\,\frac{\mu\text{g}}{\text{g}} = 337{,}5\,\frac{\mu\text{g}}{\text{g}}$ $w(\text{X}) = 337{,}5\,\frac{\mu\text{g}}{\text{g Öl}} = 8\,437\,\frac{\mu\text{g}}{25\,\text{g Öl}} = 8\,437\,\frac{\mu\text{g}}{100\,\text{g Marzipan}}$		5	
3.3.2	erklären Die GC ist eine Methode, die lediglich für flüchtige Substanzen geeignet ist. Öle weisen einen eher hohen Siedepunkt auf, sind daher nicht flüchtig. Das Öl muss daher vor der Analyse in einen flüchtigeren Stoff umgewandelt werden.			3
	Summe 16	**5**	**5**	**6**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“, „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen im beruflichen Gymnasium (fachrichtungs-/ schwerpunktbezogene Fächer) (Abiturerlass BG)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Als Kriterien für die Bewertung und Beurteilung dienen unter Beachtung der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe nach § 1 Abs. 2 OAVO neben dem Inhaltlichen auch die in den Kerncurricula genannten überfachlichen Kompetenzen, insbesondere die Sprachkompetenz und Wissenschaftspropädeutik; dies zeigt sich u.a. in qualitativen Merkmalen wie Strukturierung, Differenziertheit, (fach-)sprachlicher Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Chemietechnik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung von zwei Modulen, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen			Summe
	AFB I	AFB II	AFB III	
1	6	16	7	**29**
2	3	2		**5**
3	5	5	6	**16**
Summe	**14**	**23**	**13**	**50**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.